



UNIVERSITAS DIPONEGORO

**PENGUJIAN KEAUSAN KOMPOSIT
ALUMINIUM DIPERKUAT KARBON NANOTUBE DAN
ALUMINIUM DIPERKUAT SILIKON KARBIDA**

TUGAS AKHIR

**ALIF MAULANA
L2E 007 015**

**FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN**

**SEMARANG
OKTOBER 2012**

HALAMAN TUGAS SARJANA

Diberikan Kepada : Nama : Alif Maulana
NIM : L2E007015

Dosen Pembimbing : 1. Dr. Sulardjaka, ST, MT
: 2. Dr. Agus Subagio, S.Si, M.Si

Jangka Waktu : 8 (delapan) bulan

Judul : **Pengujian Keausan Komposit Aluminium Diperkuat Karbon Nanotube dan Aluminium Diperkuat Silikon Karbida.**

Isi Tugas : Mengetahui nilai keausan spesifik, nilai densitas, dan nilai kekerasan dari komposit aluminium yang diperkuat karbon nanotube dan komposit yang diperkuat silikon karbida. Metode yang digunakan ialah metalurgi serbuk dengan variasi fraksi total massa dari tiap penguat.

Pembimbing I



Dr. Sulardjaka, ST, MT

NIP. 197104201998021001

Semarang, 8 Oktober 2012

Pembimbing II



Dr. Agus Subagio, S.Si, M.Si

NIP. 197108131995121001

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Skripsi/Tesis/Disertasi ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun yang dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.**

NAMA : Alif Maulana

NIM : L2E007015

Tanda Tangan

: 

Tanggal

: Oktober 2012

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :

NAMA : Alif Maulana

NIM : L2E007015

Jurusan/Program Studi : Teknik Mesin

Judul Skripsi : Pengujian Keausan Komposit Aluminium Diperkuat Karbon Nanotube dan Aluminium Diperkuat Silikon Karbida.

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan/Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.

TIM PENGUJI

Pembimbing : Dr. Sulardjaka, ST, MT

Pembimbing : Dr. Agus Subagio, S.Si, M.Si

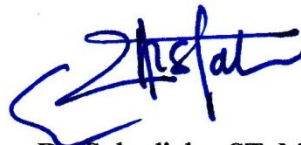
Penguji : Dr. Gunawan DH, ST, MT



Semarang, Oktober 2012

Jurusan Teknik Mesin

Ketua,



Dr. Sulardjaka, ST, MT

NIP. 197104201998021001

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademika Universitas Diponegoro, kami yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Alif Maulana
NIM : L2E007015
Pembimbing I : Dr. Sulardjaka, ST, MT
NIP : 197104201998021001
Pembimbing II : Dr. Agus Subagio, M.Si
NIP : 197108131995121001
Jurusan/Fakultas : Teknik Mesin / Fakultas Teknik
Jenis Karya : Skripsi

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Diponegoro **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*None-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya dan pembimbing yang berjudul :

**PENGUJIAN KEAUSAN KOMPOSIT ALUMINIUM DIPERKUAT KARBON
NANOTUBE DAN ALUMINIUM DIPERKUAT SILIKON KARBIDA**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/Noneksklusif ini Universitas Diponegoro berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya dan pembimbing sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Semarang
Pada Tanggal : Oktober 2012

Yang menyatakan



Alif Maulana
NIM. L2E007015

MOTTO

“Allah tidak akan merubah nasib suatu kaum jika bukan kaum itu sendiri yang merubahnya”

(QS. Ar-Ra’du : 11)

“Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya”

(QS. Al-Baqarah : 286)

PERSEMBAHAN

Dengan Segala Pengorbanan, Sepenuh Hati
Ku Persembahkan Tugas Sarjana ini Kepada :

“Kedua Orang Tua Ku”

“H. Tarmizain & Hj. Endang Susilowati”

Yang telah berjuang, merawat, mendidik dengan kasih sayang, dan memberikan motivasi serta doa yang tiada hentinya, semoga Allah SWT membalas kebaikan mu dengan Tempat Terindah kelak. Amin

Saudara Ku

Aby Maulana, SH

“Terima kasih atas inspirasi, dukungan dan semangat serta segala bantuan yang telah anda berikan”

Mechanical Engineering '07

Terimakasih untuk semuanya, persahabatan, ilmu, kasih sayang, dan pengorbanan yang telah dilakukan

ABSTRAK

Komposit aluminium diperkuat CNT dan aluminium diperkuat SiC merupakan contoh pengembangan material baru yang berguna untuk menunjang seluruh bidang industri. Penelitian bertujuan untuk mengetahui nilai kekerasan, nilai densitas, dan nilai keausan spesifik dari komposit Al/CNT dan Al/SiC. Ada 3 variasi yang digunakan dalam penelitian ini, 5%, 10%, dan 15% fraksi berat total. Dalam proses pembuatan spesimennya untuk fraksi berat 15% CNT telah mencoba tiga kali pembuatan dan hasil yang didapat spesimen tidak memadat, melainkan mengembang dengan kata lain gagal.

Proses pembuatan komposit dilakukan dengan metode metalurgi serbuk. Material komposit dicetak dengan green body berukuran 6 mm x 13 mm berbentuk silinder, dengan tekanan kompaksi sebesar 200 MPa. Proses perlakuan spesimen melalui sintering dengan temperatur 650⁰C dan waktu penahanan 3 jam. Dengan laju kenaikan temperatur 5⁰C/menit.

Hasil uji keausan material komposit Al/CNT nilai keausan spesifiknya semakin naik seiring dengan penambahan fraksi berat total dan pada komposit Al/SiC seiring dengan penambahan fraksi berat total nilai keausan spesifiknya semakin menurun. Pada hasil uji densitas komposit Al/CNT, seiring dengan penambahan CNT densitasnya semakin menurun dan pada Al/SiC densitanya semakin naik. Hasil dari uji kekerasan pada komposit Al/CNT untuk 5% kekerasannya 25,82VHN, 10% nilai kekerasannya 20,14 VHN dan untuk komposit Al/SiC, variasi 5% nilai kekerasannya 39,83VHN, 10% nilai kekerasannya 36,25VHN, dan untuk 15% nilai kekerasannya 45,11VHN.

Kata kunci: Komposit Al/CNT, Al/SiC, metalurgi serbuk

ABSTRACT

CNT-reinforced aluminum composites and aluminum reinforced with SiC is an example of the development of new materials that are useful to support the entire industry. The study aims to determine the value of specific wear, the value of density, and hardness values of the composite Al/CNT and Al/SiC. There are 3 variations used in this study, 5%, 10%, and 15% weight fraction of the total. In the process of making specimens for 15% weight fraction of CNTs has been tried three times in the manufacture and the results obtained specimens does not compact, melaikan expands in other words fail.

The process of making composites made by powder metallurgy method. Composite materials printed with green body measuring 6mm x 13mm cylindrical, with compacted at 200MPa. Specimen through treatment process 650°C sintering temperature and hold time of 3 hours. With the rate of temperature rise 50°C/menit.

Wear test results of composite materials Al/CNT wear specific values rise with the addition of the weight fraction of the total and the composite Al/SiC as you add weight fraction of the total value of specific wear decreases. In the test results of composite density Al/CNT, along with the addition of CNT density decreases and the Al/SiC densitanya growing up. Results of hardness tests on composite Al/CNT to 5%, hardness value 25.82VHN, 10% hardness value 20.14 VHN and for composite Al/SiC, the variation of 5% hardness value 39.83VHN, 10% hardness value 36.25VHN, and for 15% hardness value 45.11VHN.

Keyword: Composite Al/CNT, Al/SiC, powder metallurgy

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirobbil'alamin. Segala puji syukur senantiasa penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang tiada hentinya mencurahkan nikmat dan hidayahnya, sehingga dengan segala karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul **“Pengujian Keausan Komposit Aluminium Diperkuat Karbon Nanotube dan Aluminium Diperkuat Silikon Karbida”** ini.

Dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa hormat dan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dan memberikan dorongan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, antara lain:

1. Bapak Dr. Sulardjaka, ST, MT. selaku dosen pembimbing I, yang telah memberikan bimbingan, pengarahan dan masukan-masukan kepada penulis untuk menyusun Tugas Akhir ini.
2. Bapak Dr. Agus Subagio, M,Si selaku dosen pembimbing II, yang telah memberikan bimbingan, pengarahan dan masukan-masukan serta membantu dalam memperoleh material penelitian.
3. Kedua orang tua Bapak H. Tarmizain dan Hj. Endang Susilowati yang tercinta, serta keluarga di rumah yang senantiasa mendoa'kan dan menyemangati penulis.
4. Semua pihak yang telah membantu dan menyumbangkan pemikiran dalam penyusunan Tugas Sarjana ini.

Akhir kata dengan selesainya tugas akhir ini berarti selesai pula masa studi penulis di Teknik Mesin UNDIP. Semoga dapat memberikan manfaat bagi penulis dan juga kepada orang lain.

Semarang, Oktober 2012

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN TUGAS SARJANA	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSUTUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIK	v
HALAMAN ABSTRAK	vi
HALAMAN <i>ABSTRACT</i>	vii
HALAMAN MOTTO	viii
HALAMAN PERSEMBAHAN	ix
KATA PENGANTAR	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xvi
ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN	xvii

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	2
1.3 Batasan Masalah	2

1.4	Metode Penelitian	3
1.5	Sistematika Penulisan	4

BAB II DASAR TEORI

2.1	Tinjauan Pustaka.....	5
2.2	Material Komposit	9
2.3	Komposit Matrik Logam	13
2.3.1	Bahan Penyusun MMCs	13
2.3.2	Karakteristik Mekanik MMCs	13
2.4	<i>Carbon Nanotubes</i>	14
2.4.1	Struktur <i>Carbon Nanotubes</i>	14
2.4.2	Sintesis <i>Carbon Nanotubes</i> dengan Metode <i>Spray-Pyrolysis</i>	15
2.5	Material Keramik SiC.....	18
2.6	Metalurgi Serbuk	19
2.6.1	Sifat-sifat Khusus Serbuk Logam.....	20
2.6.2	Proses Pencampuran Serbuk.....	21
2.6.3	Proses Penekanan atau Kompaksi.....	21
2.6.4	Sintering.....	22
2.7	Aplikasi Komposit Al/CNT dan Al/SiC	23

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1	Diagram Alir Penelitian.....	46
3.2	Waktu dan Tempat Penelitian.....	47
3.3	Alat dan Bahan	53
3.3.1	Alat.....	59
3.3.2	Sintesis Carbon Nanotube.....	59
3.3.3	Bahan.....	67
3.4	Pembuatan Spesimen Uji.....	59
3.5	Pengujian Material Komposit	61
3.5.1	Pengujian Massa Jenis (<i>Density</i>)	61

3.5.2	Pengujian Keausan.....	62
3.5.3	Pengujian Kekerasan.....	64

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1	Analisa Pengujian Densitas	66
4.2	Analisa Pengujian Keausan	72
4.3	Analisa Pengujian Kekerasan.....	56

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1	Kesimpulan	86
5.2	Saran	86

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Skema dari CNTs dan Serbuk Aluminium setelah dimixing dengan teknik yang berbeda.....	5
Gambar 2.2	Efek dari kandungan CNT pada pengujian kekuatan tarik dari penelitian komposit	6
Gambar 2.3	Efek dari kandungan CNT pada <i>indentation modulus</i> dari penelitian komposit	7
Gambar 2.4	Beton yang diperkuat dengan baja	10
Gambar 2.5	Fibrous composite	11
Gambar 2.6	Particulate composite	11
Gambar 2.7	Laminated composite	12
Gambar 2.8	Struktur <i>Carbon Nanotubes</i>	14
Gambar 2.9	Susunan alat <i>spray-pyrolysis</i>	16
Gambar 2.10	Material <i>Carbon Nanotubes</i> yang dihasilkan dari Metode <i>Spray-Pyrolysis</i> dan Citra SEM material <i>Carbon Nanotubes</i>	16
Gambar 2.11	Mekanisme penumbuhan	18
Gambar 2.12	Skema proses metalurgi serbuk.....	20
Gambar 2.13	Susunan penekan dan die untuk memadatkan serbuk logam	22
Gambar 2.14	Skema terjadinya proses sintering serbuk logam	23
Gambar 2.15	Sepeda balap BMC Pro Machine SLC01 dengan frame mengandung carbon nanotubes	24
Gambar 2.16	Al/SiC BGA Lid dengan <i>Integral Heat Sink Fins</i>	25
Gambar 2.17	<i>Concurrently IntegratedTM</i> Al/SiC Housing dengan <i>coaxial feedthrus</i> dan <i>Concurrently IntegratedTM</i> Al/SiC Housing dengan AlN <i>substrate</i>	25
Gambar 3.1	Diagram alir penelitian.....	26
Gambar 3.2	Cetakan logam silinder.....	28
Gambar 3.3	Timbangan Digital	29
Gambar 3.4	Dongkrak Hidrolik.	29

Gambar 3.5	Mesin Pencampur.....	30
Gambar 3.6	Mesin Amplas Dan Poles.....	30
Gambar 3.7	<i>Rotating disk on plate</i>	31
Gambar 3.8	Mikroskop Optik dan Kamera.....	31
Gambar 3.9	<i>Mikro hardness tester</i>	32
Gambar 3.10	Proses sintesis CNT dengan metode spray pyrolisis.....	33
Gambar 3.11	Diagram alir pembuatan spesimen	34
Gambar 3.12	Pengujian keausan dengan metode Ogoshi	37
Gambar 3.13	Keausan metode adhesive	38
Gambar 3.14	Keausan metode abrasive	39
Gambar 3.15	Mekanisme keausan lelah.....	40
Gambar 3.16	Mekanisme keausan oksidasi.....	41
Gambar 3.17	Mekanisme keausan erosi.....	41
Gambar 3.18	<i>Rotating disk on plate</i>	43
Gambar 3.19	Vickers Hardness Indenter.....	44
Gambar 4.1	Grafik perbandingan nilai kekerasan <i>Vickers</i> dari ke 5 variasi fraksi berat	47
Gambar 4.2	Grafik pengaruh fraksi berat CNT dan SiC terhadap densitas	48
Gambar 4.3	Grafik pengaruh penambahan fraksi berat CNT dan SiC terhadap keausan spesifik	49
Gambar 4.4	Foto makro jejak pengujian keausan spesifik	50
Gambar 4.5	Spesimen dengan penambahan 10% CNT pada komposit Al/CNT.....	52
Gambar 4.6	Spesimen dengan penambahan 5% CNT pada komposit Al/CNT.....	53
Gambar 4.7	Spesimen dengan penambahan 15% CNT pada komposit Al/CNT.....	53

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Perbandingan sifat mekanik dari konsolidifikasi Al dan komposit Al/CNT 5wt%	6
Tabel 2.2	Tabel menunjukkan matriks microhardness 400-HRC dan 600-HRC dalam kondisi as-rolled atau 2-TC	8
Tabel 2.3	Sifat fisik dan mekanik logam Aluminium	13
Tabel 2.4	Sifat Mekanik Komposit Matrik Logam	13

ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN

Simbol	Definisi	Satuan
T	Temperatur	$^{\circ}\text{C}$
% wt	Persen weight total	%
ρ	Massa jenis (Densitas)	g/cm^3
W_u	Berat sample saat kering	gram
W_f	Berat sample saat didalam air raksa	gram
ρ_{Hg}	Massa jenis air raksa	g/cm^3
W_o	Volume yang hilang	mm^3
W_s	Keausan spesifik	mm^3/kgm
B	Lebar <i>revolving disk</i>	mm
b	Panjang goresan	mm
r	jari-jari <i>revolving disk</i>	mm
P	Beban	kg
l	Jarak tempuh	m
VHN	Vickers Hardness Number	VHN
P	Beban Penekanan	kgf
d	Rata-rata panjang diagonal	μm
α	Sudut antar permukaan diamond	derajat sudut ... $^{\circ}$